



6

PRACOVISTĚ: Proboštov

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA podrobného inženýrsko - geologického průzkumu

Úkol: Sesuv na trati ČSD Ústí nad Labem - Most
v km 36,6 - 36,75

Číslo: 01 89 5497

odpovědný vedoucí úkolu
Ing. Pokorná

Pokorná

Datum vyhotovení:
Listopad 1990

IGEOINDUSTRIA
státní podnik Praha
závod PROBOŠTOV a Teplice
projektový atelier

vedoucí pracoviště
Ing. Vaněček

Vaněček

ředitel závodu
Ing. Uhlíř

Uhlíř

Datum vyhotovení:
Lистопад 1990

odpovědný vedoucí úkolu
Ing. Pokorná

ředitel závodu
Ing. Uhlíř

vedoucí pracoviště
Ing. Vaneček

státní podnik Praha
závod PROBOŠTOV u Tábora
projektový atelier



Číslo: 01 89 5497

Úkol: Sesuv na trati ČSD Ústí nad Labem - Most
v km 36,6 - 36,75

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA podrobného inženýrsko - geologického průzkumu

PRACOVISTE: Proboštov



Objednatel : ČSD SZ dráha, Správa dráhy v Praze

Zpracovatel úkolu : Ing. Pokorná

Spolupracovníci : Ing. Vaněček, Ing. Šajgal, S.Martinovská
př.č. 6 P.g. Urban
př.č. 7 odpovědný řešitel
Prof.Ing. K.Müller DrSC
př.č. 8 RNDr. Kořalka

Měřické práce : Měřická služba GI Proboštov
ved. skupiny p. Cholava

Laboratorní práce : GI Černošice, laboratoř mechaniky zemin
TAZUS Teplice

Technické práce : GI Proboštov, vrtný úsek
ved.techn.prací p. Hubáček

Geofyzikální práce : VŠB Ostrava, geofyzikální skupina
ved.skupiny - Ing. Müllerová CSc
OKTP Tuchlovice

Rozdělovník :
=====

1. Geofond Praha
2. Geoindustria s.p. Praha
3. Český inspektorát lázní a zřídels Praha
4. ČSD SZ dráha, Správa dráhy v Praze
5. - " -
6. - " -
7. - " -
8. Geoindustria s.p. závod Proboštov

O b s a h :

1. Úvod

2. Všeobecná část

2.1. Geologické poměry širšího okolí

2.2. Dosavadní prozkoumanost a výsledky starších průzkumných prací

3. Podrobná část

3.1. Charakteristika provedených průzkumných prací

3.2. Morfologie a popis zájmového území

3.3. Geologické poměry

3.4. Hydrogeologické poměry

3.5. Zhodnocení výsledků geofyzikálních měření

3.6. Zhodnocení výsledků laboratorních zkoušek

3.7. Výpočet stability svahu

3.8. Návrh sanace

4. Závěr

Zatřídění zemin podle ČSN 73 3050 - Zemní práce

Použitá literatura

Seznam příloh :

1. Situace v měř. 1 : 50 000
2. Situace v měř. 1 : 5 000
3. Situace v měř. 1 : 200
4. Geologický řez akumulací části sesuvu - podélný 1 : 200 1 - 1^e
5. Geologický řez akumulací části sesuvu - příčný 1 : 200 2 - 2^e
6. Profil horní části sesuvného území - výpočet stab. svahu 1 : 500
7. Laboratorní rozbor zemin
8. Laboratorní rozbor vody
9. Výsledky geofyzikálních měření
10. Karotážní měření vrtu JB - 4
11. Výpočty stability svahu
12. Dokumentace vrtů a měřická zpráva

1. Úvod

Zástupci ČSD SZ dráhy, Správy dráhy v Praze nás požádali objednávkou č. 5394/87/13 ze dne 27.9.1989 o provedení podrobného inženýrsko-geologického průzkumu sesuvné oblasti na trati Ústí n.L. - Most, km 36,6 - 36,75.

Zájmový prostor se nachází v Severočeském kraji v okr. Teplice, leží na katastrálním území města Bíliny, v oblasti užšího lázeňského ochranného pásma. Kartograficky je zobrazen na čísle mapového listu 02 - 34 Bílina v měřítku 1 : 50 000 Základní mapy ČSSR.

Jako podklad pro zpracování IGP nám objednatel poskytl Zprávu o provedení předběžného inženýrsko-geologického průzkumu pro vypracování studie sanace sesuvu na trati ČSD Ústí n.L. - Most v km 36,6 - 36,75 a Zprávy o inklinometrických měřeních provedených v čele sesuvu /RNDr. Volný, červenec 1985 - září 1987, Vodní stavby o.p. Praha, odštěpný závod pro speciální zakládání staveb/.

V uvedených podkladech bylo zmapováno v měř. 1 : 200 pouze čelo sesuvu. Proto byly pro IGP použity ještě státní mapy ČSFR v měř. 1 : 5 000, Most - 3 - 3, 2 - 3, aby mohla být celá sesuvná oblast vytyčena.

Navržený podrobný IGP byl zaměřen na zjištění geologických poměrů, hydrogeologických poměrů, průběhu smykových ploch a to na základě provedených vrtných geofyzikálních prací a laboratorních zkoušek zemín.

Po zhodnocení všech dostupných informací byl proveden výpočet stability svahu a návrh nejvhodnější komplexní sanace sesuvné oblasti.

2. Všeobecná část

2.1. Geologické poměry širšího okolí

Širší okolí prostoru průzkumu je západní část České křídové tabule na styku s tercierní severočeskou chomutovsko - mostecko - teplickou hnědouhelnou pánví. Celá oblast

zemin a hornin. Na základě použití vrtné technologie nebylo možno stanovit hydrogeologické poměry v prostoru sesuvu.

Vrty byly po odvrtání vystrojeny hliníkovými pažnicemi a bylo v nich 2 roky prováděno inklinometrické měření.

Výsledky tohoto měření shrnuje "Zpráva o konečném výsledku inklinometrických měření v čele sesuvu u tratě ČSD Most - Bílina v km 36,6 - 36,75". Tímto měřením se podařilo zachytit průběh dvou smykových ploch. Umístění smykových ploch v jednotlivých vrtech uvádí následující tabulka :

	<u>1. smyková plocha</u>	<u>2. smyková plocha</u>
JV - 1	3,5 - 4,5 m	7,5 - 8,5 m
JV - 2	4,5 m	11,0 m
JV - 3	3,0 m	9,0 m
JV - 4	2,5 - 3,5 m	13,0 m
JV - 5	průhyb vrtu proti svahu	

Dle výsledků šetření provedených předběžným průzkumem vznikl sesuv překročením smykové pevnosti povrchových vrstev podložních zemin /slíny/, po nichž se usmykly zeminy pokryvního útvaru /tufitické zeminy/.

K reaktivizaci sesuvu došlo s výstavbou trati ČSD a jejím rozšířením o 3. kolej. Vytvořením zářezu došlo k odtěžení čela sesuvu a tím i k jeho celkovému odlehčení. Pohyb byl prokázán na obou smykových plochách /viz inklinometrické měření/. Jeden z výchozů hlavní smykové plochy probíhá ve střední koleji mezi vrty JV - 2 - JV - 5.

Na tato místa upozorňuje pohyb kolejí a stálé mokřadlo, které spolu s vytlačováním hlinitého materiálu do kolejiště je nesporným příznakem výchozu smykové plochy. Předběžný průzkum nevylučuje průběh ještě dalších hlouběji uložených smykových ploch.

3. Podrobná část

3.1. Charakteristika provedených průzkumných prací

V prostoru sesuvu bylo v průběhu měsíců duben - červenec 1990 odvrtáno celkem 5 svislých vrtů. Naměřené údaje z jednotlivých vrtů uvádí následující tabulka :

	hloubka vrtu v m		hladina podzemní vody v m	
	plánovaná	skutečná	naražená	ustálená
JB - 1	25,0	17,0	nezjištěná	8,30 - 9,00
JB - 2	25,0	25,0	10,20; 14,20	11,10 - 11,39
JB - 3	25,0	21,0	3,40; 9,20; 12,50	8,27 - 8,43
JB - 4	25,0	20,0	orientačně 6,0 - 7,0	11,92 - 17,59
JB - 5	25,0	10,50	6,80	4,45 - 4,55

Vrty JB - 1, JB - 5 byly ukončeny v pískách bílinské nivy. Vrt JB - 4 v jílovité hlíně. Naražencu vodní hladinu se nepodařilo zjistit pouze ve vrtech JB - 1, JB - 4 a to z důvodů technologie vrtání - přítomnost čedičových sutí neumožňuje vrtání na sucho, sutě byly převrtány s vodním výplachem, a to plnoprofilově. Ve vrtu JB - 4 bylo ke zjištění hydrogeologických parametrů použito karotážní měření, jehož výsledky jsou uvedeny v příloze č.10.

V intervalech předpokládaných smykových ploch byly odebrány neporušené vzorky zemin a zaslány do laboratoře na zjištění smykových vlastností. Průběžně, v intervalu 0,5 m, byly odebrány porušené vzorky na zjištění vlhkosti zemin. Výsledky laboratorních zkoušek jsou uvedeny v příloze č. 7. Na rozbor byly zaslány 3 vzorky podzemní vody /JB - 3, JB - 4, JB - 5/.

Dle vydatnosti přítoků byly prováděny čerpací zkoušky jednotlivých zvodnělých horizontů. /viz kap. 3.3./

Dokumentace vrtů a měřická zpráva jsou uvedeny v příloze č. 12. Charakter zemin nedovoloval projektované použití ručního penetrometru /nestejnorodý materiál zemin, příměs klastických úlomků/.

Sesuvná oblast byla geofyzikálně proměřena metodou SOP a VES. Důvodem použití byla špatná přístupnost horní části sesuvného proudu. Geofyzikální průzkum umožnil získat přehled o celé sesuvné oblasti.

Výsledky tohoto průzkumu jsou uvedeny v příloze č. 9.

3.2. Morfologie a popis zájmového území

Zájmové území leží na hranici celků Krušných hor a Českého středohoří, Krušnohorské soustavy resp. na okraji podcelku chomutovsko-teplické pánve a těsné blízkosti podcelku Verneřického středohoří.

Z morfologického hlediska můžeme dané území přiřadit k pahorkatinám.

Vlastní sesuv se nachází nad železniční tratí mezi Ústí n.L. a Mostem v km 36,6 - 36,75, a rozprostírá se od západu k východu.

Jeho celková délka se pohybuje okolo 480 - 500 m a šířka dosahuje maximálně 150 m ve zdrojové oblasti.

Jedná se tudíž o proudový sesuv, jeho zátrhová hrana se nachází dovrchně vedle hájenky Kaňkov a jehož zdrojová oblast má rozměry 150 x 50 m, střed 80 x 400 m, a jeho akumulární oblast zasahuje až do koryta řeky Bíliny a má rozměry zhruba 150 x 30 m.

Současný povrch o sklonu zhruba 13° je pokryt málo výraznými nepravidelnými morfologickými stupni indikujícími dílčí smykové plochy.

V území sesuvu se nevyskytují zamokřené oblasti, prameny ani deprese vyplněné vodou, pouze v samotné trati, v prostřední koleji /č. 0/ se podle archivních údajů, i našeho pozorování, objevuje po srážkách rozbahněný materiál. Porost sesuvu je tvořen vzrostlým lesem a hustými křovinami. Vyjímku tvoří pouze zdrojová oblast sesuvu, která je jen řídko porostlá stromy a keři.

Výše zmíněný porost je místy křivého růstu, ale celkově nenabývá charakter typičky "opilého lesa".

V prostoru sesuvu je taktéž veden plynovod, jehož výkop může sloužit jako sběrná oblast pro vodu, která napájí sesuv.

Za indikace pohybu sesuvu i v současnosti považujeme nutnost neustálých oprav kolejiště a popraskanou betonovou zídku na okraji kolejiště, ve které zejí trhliny až 5 cm široké.

3.3. Geologické poměry

Vzhledem k nepřístupnosti terénu pro vrtné soupravy, byly veškeré vrty umístěny v akumulární oblasti, kde zastihly pouze kvarterní uloženiny.

Z těchto důvodů bude geologie v oblasti sesuvu popsána na základě geologických map, geofyzikálního měření a průzkumných vrtů.

V prostoru sesuvu jsou zastoupeny kvarterní, coniacké a turonské uloženiny.

Coniacké uloženiny jsou v prostoru sesuvu zastoupeny ve vzdálenosti 70 a více metrů nad vrtem JB - 4 v hloubce 10 - 15 m. Jejich měrný elektrický odpor se pohybuje od 30 do 80 Ω m, což by odpovídalo slínům.

V jejich podloží se patrně nacházejí turonské pískovce a jílovce o měrném elektrickém odporu v rozmezí 150 - 200 Ω m, které se přibližují k povrchu v prostoru od 25 do 70 m nad vrtem JB - 4, a jsou v hloubce kolem 15 m.

Zároveň však nemůžeme vyloučit možnost, že se jedná o horniny zvětralinového pláště - Bílinského krystalinika. I když výše zmíněné horniny a zeminy nebyly přímo vrty zastiženy, na jejich přítomnost poukazují polohy slínů ve vrtech JB - 3 a JB - 5, které byly vyvlečeny do kvarterních zemín.

Kvarterní uloženiny jsou v prostoru sesuvu dvojího druhu - deluviální a fluviální.

Deluviální zeminy jsou tvořeny tufitickými písčitými a jílovitými hlínami, často s čedičovými balvany.

Tyto zeminy netvoří ucelené vrstvy a jsou v důsledku deformačních procesů promíchány.

Deluviální zeminy dosahují mocnosti 10 - 15 m a překrývají miocenní uloženiny v horní a střední části sesuvu, turonské ve spodní části sesuvu a fluviální uloženiny v akumulační oblasti sesuvu, na které byly nasunuty a tvoří litologické rozhraní.

Druhý typ kvarterních uloženin a to fluviální, se nacházejí pouze v akumulační části sesuvu v podloží deluviálních zemín a jsou tvořeny zvodnělými jílovitými písky až štěrky. Tyto zeminy byly zastiženy vrty JB - 1, 2, 3, v hloubce od 12 do 25 m a u vrtu JB - 5 v hloubce od 7 m.

Z inženýrsko-geologického hlediska se jedná o reaktivovaný proudový sesuv po planární predisponované smykové ploše s dílčími smykovými plochami v deluviálních zemínách, a několika výchozovými plochami v akumulační oblasti.

K reaktivaci sesuvu došlo patrně v důsledku vytvoření zářezu pro výstavbu koleje č. 0.

Hlavní smyková plocha probíhá v hloubce cca 10 - 15 m a kopíruje prakticky až do spodní části sesuvu výše zmíněné litologické rozhraní.

Ve spodní části sesuvu a v jeho akumulační oblasti však dochází k jejímu odtržení od litologického rozhraní a prochází v deluviálních hlínách, při čemž pohyb na původní smykové ploše /rozhraní fluviálních a deluviálních zemín/ je v současné době méně významný.

V této spodní části sesuvu probíhá hlavní smyková plocha v deluviálních sedimentech - tufitických zelenošedých jílech a hlínách s písčitými polohami. Tyto zeminy vykazují poměrně nízkou smykovou pevnost / $\varphi_{ef} = 9,6^\circ$, $\varphi_r = 9,2^\circ$ / v případě narušení i nízkou soudržnost /viz rozdíl mezi efektivní a reziduální hodnotou : $C_{ef} = 82 \text{ kPa}$, $C_r = 20 \text{ kPa}$ /. Pökles soudržnosti zemín je způsoben také sníženou konzistencí vlivem přitékání povrchových vod do smykové plochy. Důsledkem těchto faktů je pomalý plouživý pohyb /creep/, vlivem plastického přetvoření.

Dalším elementem, který napomáhá k sesouvání je litologický profil deluviálních zemín. Při povrchu se nachází svahové hlíny s vysokým procentem tufu i větších valounů

čedičového šterku. Místy tyto svahové hlíny přechází do balvanitých čedičových sutí. Konzistence těchto zemin je pevná až tvrdá. K pevnostnímu narušení dochází převážně vlivem srážkových vod - čedičové sutě jsou ideální kolektory a hlinité polohy při sycení vodou snižují svou konzistenci, čímž v těchto místech dochází k sesouvání po dílčích smykových plochách, převážně v hloubkách 4 - 5 m, jejichž pohyb je v současné době nevýznamný.

V celém prostoru sesuvu předpokládáme existenci několika zátrhových smykových ploch, které se spojují s hlavní smykovou plochou.

Dále se v prostoru sesuvu, ale především v jeho spodní části, ve které se nacházejí vystrojené hydrogeologické pozorovací vrty, vyskytují nejméně dva vodní horizonty citlivé na srážkovou činnost s rozdílem hladin až 1,5 m.

3.4. Hydrogeologické poměry

Voda proudící sesuvem má volnou přípatně mírně napjatou hladinu /litologické podmínky - JB - 3/. Čerpací zkoušky prováděné vždy po naražení vodního horizontu prokázaly minimální přítoky.

Přípovrchový sesuv v hloubce cca 4 m se dle přítoku vůbec nepodařilo identifikovat, pouze ve vrtu JB - 3 byl zaznamenán minimální přítok vody v hloubce kolem 4 m /stoupací pokus pro nedostatek vody nebylo možno provést/. V ostatních vrtech zeminy v této hloubce vykazovaly pevnou až tvrdou konzistenci. Proto v průběhu průzkumu můžeme považovat tento dílčí vrtný sesuv za uklidněný. Nutno ovšem uvést, že průzkum byl prováděn v jarních a letních měsících 1990, kdy srážkový úhrn byl podprůměrný, proto není vyloučeno, že se zde voda objeví.

Hlavní smykovou plochu indikovaly naražené vodní hladiny ve vrtech JB - 2, JB - 3, JB - 4. Ve vrtu JB - 2 byl přítok minimální, ve vrtu JB - 3 se podařilo provést čerpací pokus v hloubce cca 10 m metodikou jednorázového odběru dle Skibitzkeho /1956/.

Vyhodnocením byl odvozen koeficient filtrace $k_f = 7,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ a transmisivita $T = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Ve vrtech bylo po dokončení prováděno měření ustálené vodní hladiny.

Měření ustálené vodní hladiny ve vrtech :

datum	JB-1	JB-2	JB-3	JB-4	JB-5	poznámka
2.8.	8,30	11,10	8,40	11,92	4,47	sucho
6.8.	8,43	11,39	8,34	13,06	4,45	sucho
9.8.	8,33	11,13	8,41	13,60	4,50	sucho
15.8.	8,06	11,14	8,43	14,45	4,50	sucho
21.8.	8,60	11,10	8,38	15,00	4,50	po dešti
30.8.	8,98	11,14	8,43	17,69	4,55	sucho
13.9.	8,95	11,10	8,27	16,10	4,45	po dešti
18.9.	9,00	11,30	8,35	16,24	4,50	sucho

Sondy JB - 1 až 3, JB - 5 mají rozkmit hladin nízký, úroveň hladiny podzemní vody je dána hladinou v řece Bílině. Vrt JB - 4 indikuje vodu na smykové ploše. V suchém období je patrný pokles, v případě vydatnějších srážek hladina ve vrtu stoupá /13.9./.

V měření hladin doporučujeme pokračovat jedenkrát měsíčně během sanačních prací i po jejich dokončení až do úplného sklídnění sesuvné oblasti.

Napájecí oblastí je celý prostor sesuvu, a to průsakem povrchových srážek do méně zahliněných poloh čedičových sutí s dobrými kolektorskými vlastnostmi. Voda volně stéká podél sesuvného profilu, ovlivňuje konzistenci deluviálních sedimentů s velmi nízkým koeficientem filtrace /řádově dle lab. výsledků menší než 10^{-6} cm/s /.

Vliv této proudící vody jako aktivizační síly je vzhledem k pasivním silám zeminového bloku zanedbatelný /řádově 10^2 kN/m /.

Akumulační oblast sesuvu je ovlivňována vztlakem vody v bílínských fluviálních píscích /piezometrická výška 0 - 3,0 m/. Do této terasy také stékají veškeré vody sesuvné oblasti.

Rozborem podzemní vody bylo zjištěno, že se jedná o vodu slabě agresivní - síranovou /koncentrace $\text{SO}_4^{-2} = 327 - 339 \text{ mg/l}$ /. Rozbor vody prokázal, že charakter vody v bílinské terase /vzorky vody z vrtu JB - 5, JB - 2/ je totožný se suťovou vodou odebranou ve vrtu JB - 4. Tato skutečnost ukazuje na stejný původ - povrchová voda, srážková činnost.

3.5. Zhodnocení výsledků geofyzikálních měření

Geofyzikálních metod bylo použito z důvodu špatné přístupnosti sesuvného území. Metody byly interpretovány na základě již provedeného předběžného průzkumu, a proto je můžeme považovat za dostačující podklad pro zjištění geometrie odlučné a střední části sesuvu. Výsledky a geologické interpretace jsou uvedeny v příloze č. 9.

3.6. Zhodnocení výsledků laboratorních zloúšek

Z předpokládaných smykových zon dle výsledků inklinometrických měření byly odebrány neporušené vzorky zemin na zrnitostní, základní klasifikační rozbor a krabicové zkoušky pevnosti ve smyku /určení efektivní a reziduální hodnoty φ, C /.

Rozsah hodnot φ, C pro jednotlivé smykové zony uvádí následující tabulka :

číslo vrtu	/m/ interval odběru	ČSN 73 1001	kPa c_r	°/ φ_r	kPa c_{ef}	°/ φ_{ef}
JB - 4	3,0 - 3,2	G 3 G F	4,0	23,7	12,0	38,9
JB - 4	3,5 - 3,7	G 3 G F	50,0	8,2	155,0	11,7
JB - 2	4,2 - 4,4	F 5 M I	32,0	16,0	143,0	15,9
JB - 3	2,3 - 2,5	G 5 G C	35,0	16,9	50,0	33,0
JB - 2	9,6 - 9,8	F 5 M I	34,0	15,2	45	21,2
JB - 2	11,6 - 11,8	F 5 M I	20,0	9,2	82	9,6
JB - 3	9,0 - 9,2	F 6 C I	3,0	21,9	5	22,1
JB - 1	7,8 - 8,0	F 6 C I	24	23,4	33	22,4
JB - 5	5,0 - 5,2	F 4 G M	49,0	11,6	60	12,7

dlíř s mykovou zónou

hl. s mykovou zónou

V místě dílčí smykové zony v hloubce cca 4 m jsou smykové parametry i soudržnost vysoké a pohybují se ve velkém rozmezí. Tato skutečnost je dána nehomogenitou deluviálních sedimentů. Pro výpočet stability jsou určující nejnížší hodnoty φ, c v daném intervalu, a to jsou hodnoty pro hlíny /F5 MI/ které vyplňují prostory mezi čedičovými sutěmi /G3 G-F/.

Hlavní smyková plocha probíhá dle zrnitostního rozboru v jílovito-hlinité zemině s nízkou až střední plasticitou. Pro výpočet stability jsou opět určující nejnížší hodnoty φ, c . Rozptyl zjištěných hodnot je velký, jako reprezentativní se jeví hodnoty vzorku JB - 2 /11,6 - 11,8 m /. Zemina obsažená v tomto vzorku je totožná se zeminou, která se nachází v podloží čedičových sutí ve vrtu JB - 4 /kde se plánovaný vzorek nepodařilo odberat/.

V intervalech po 0,5 m byly z vrtného jádra odebírány vzorky ke stanovení vlhkosti zeminy. V případě použití vodního výplachu a ve fluviálních pískách a štěrcích Bíliny by byl odběr bezúčelný. Zvýšená vlhkost zemin indikuje výskyt smykových ploch, grafy jsou vyneseny v geologických profilech /příloha č. 4 a 5/.

Vypočtený koeficient filtrace zemin je nízký, řádově je menší než 10^{-6} cm/s.

3.7 Výpočet stability svahu

Výpočet stability svahu byl proveden pro 3 smykové plochy a za hodnoty soudržnosti a úhlu vnitřního tření zemin byly dosaženy nejnepříznivější hodnoty - nižší než byly určeny laboratorními zkouškami tak, aby stupeň stability byl přibližně roven 1 / $F = 1$ /. Výpočty jsou uvedeny v příloze č. 11.

První smyková zona probíhá v hloubce cca 4 - 5 m a během průzkumu na ni pohyb nebyl prokázán. Pro účely sanace byl spočítán stupeň bezpečnosti $F = 1,01$ aktivizovaného sesuvného proudu, prokázány inklinometrickým měřením.

Pro druhou smykovou zonu /hloubka 8 - 15 m/ byly spočítány dvě varianty.

První předpokládá pohyb po nejsvrchnější linii této zony - výchoz mezi kolejemi, s prokazatelným pohybem během průzkumu. Vypočtený koeficient bezpečnosti $F = 1,43 - 1,03$ dle hodnot soudržnosti a úhlu vnitřního tření zemin. Pro účel sanace je určující $F = 1,03$ pro $\varphi_r = 9^\circ$, $C = 5 \text{ kN/m}^2$.

Druhá varianta byla spočítána pro spodní linii smykové zony, kde se již výrazně uplatňuje vztlak vody Bílinské terasy. Za φ_r a C_r byly dosazeny opět nejnižší možné hodnoty. V akumulární části sesuvu byly zvoleny hodnoty φ_r a C_r vyšší - dle labor. výsledků /JB - 5/ - zemní materiál sesuvného proudu se pohybuje po Bílinské terase. Výchoz plochy byl situován do řeky Bíliny. Stupeň stability svahu na této smykové ploše je $F = 1,18$.

Dále byly provedeny výpočty stability svahu na všech třech smykových plochách před odtěžením zářezu pro 3 kolej.

Ze zjištěných a vypočtených údajů byl proveden následující výpočet potřebné horizontální síly W_p , která zabráňuje sesouvání svahu, vztažený ke smykové ploše č. 2, na níž je pohyb nejvýraznější :

Výpočet vodorovné síly W_p zabráňující sesouvání svahu na smykové ploše č. 2 :

$$W_p = F \times W_h - W_v / \text{kN.m}^{-1} /$$

pro $F = 1,3$

$$W_p = 1,3 \times 16\,346 = 16\,894$$

$$W_p = 4\,355,8 \text{ kN.m}^{-1}$$

pro $F = 1,1$

$$W_p = 1,1 \times 16\,346 = 16\,894$$

$$W_p = 1\,086,6 \text{ kN.m}^{-1}$$

Při vnesení vodorovné síly $W_p = 1\,086,6 \text{ kN.m}^{-1}$ bude stupeň stability na smykové ploše č. 3 :

Kořen kotev je nutné při návrhu situovat pod smykovou plochu. Roznášecí želbet. konstrukce by byla provedena na upravený svah nad kolejemi ve formě desky nebo roštu. Výhodou tohoto řešení je také možnost vynechání dalších průchodů v želbet. roznášecí konstrukci pro případné zahuštění kotev.

Při realizaci sanačních opatření bude nutná výluka v koleji č. 2. Projektovou dokumentaci i realizaci sanačních prací je možné objednat u s.p. Geoindustria Proboštov.

4. Závěr

=====

Podrobný IGP sesuvného území v Bílině - Kyselce nad železniční tratí poskytl podklady pro výběr a provedení sanačních prací.

Plánované odvodnění je nevhodné pro malé přítoky vody na smykové ploše. Sanaci sesuvu je možné provést kotvenou pilotovou stěnou či zemními kotvami s roznášecí želbet. konstrukcí.

Provedení kotev s roznášecí želbet. konstrukcí se jeví jako vhodnější způsob sanace a pravděpodobně i méně náročné z hlediska finančních nákladů.

Vlastní sanaci včetně projektové dokumentace je možné objednat u s.p. Geoindustria Proboštov.

$$F = (W_v + W_p) / W_h = (21\,333,5 + 1\,086,6) / 18\,070,9$$

$$F = 1,24$$

Před odtěžením zářezu pro 3. kolej byl součinitel bezpečnosti na smykových plochách :

$$\text{č. 1} \quad F = 1,13$$

$$\text{č. 2} \quad = 1,05$$

$$\text{č. 3} \quad = 1,21$$

z porovnání hodnot F vyplývá, že vnesená síla $W_p = 1\,086,6 \text{ kN.m}^{-1}$ stabilizuje sesuvné území.

3.8. Návrh sanace

Dle výsledku podrobného IGP je třeba hlavní sanační práce zaměřit na smykovou zonu v hloubce cca 10 - 15 m, dílčí pak, na smykovou plochu v hloubce 4 - 5 m pod úrovní terénu.

Hydrogeologickým průzkumem bylo zjištěno, že vodní přítoky na smykové ploše jsou velmi malé, a proto odvodnění sesuvu předpokládanými horizontálními vrty by nemělo patřičný efekt. Taktéž odvodnění Bílinské terasy není možno z geomorfologických důvodů provést a eliminovat tak nadlehčení akumulární části sesuvu.

Sesuv je možno sanovat pouze zavedením síly, která působí proti zemnímu tlaku sunoucí se části. Je třeba zvýšit koeficient bezpečnosti z hodnoty 1,03 alespoň na hodnotu 1,1. Dle výpočtu stability svahu musí proti zemnímu tlaku působit síla min. velikosti $1\,000 \text{ kN.m}^{-1}$.

Tuto sílu je možno zabezpečit kotvenou pilotovou stěnou či zemními kotvami s roznášecí žebet, konstrukcí.

Vzhledem k vyskytujícím se geologickým poměrům /písky Bílinské terasy, čedičová suť/ a značné velikosti potřebné horizontální síly se nám jeví vhodnější způsob pro sanaci sesuvu provést kotvy s roznášecí žebet, konstrukcí.

Zatřídění zemin podle ČSN 73 3050 - Zemní práce

	třída
deluviální hlína	3 - 4
deluviální sutě	4 - 5

Seznam použité literatury

1. Zpráva o výsledku předběžného inženýrsko-geologického průzkumu pro vypracování studie sanace sesuvu na trati ČSD Most - Bílina v km 36,6 - 36,75
Vodní stavby Praha - červenec 1985 V. Volný
2. Zpráva o konečném výsledku inklinometrických měření v čele sesuvu u tratě ČSD Most - Bílina v km 36,6 - 36,75
Vodní stavby Praha - září 1987 V. Volný
3. Archiv sesuvů - Geofond Praha
Sesuv č. 4257 Bílina, okres Teplice, LZM 02 341 mapa
33 052 BC
4. ČSN 73 3050 Zemní práce
ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy

